

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10315174  
PUBLICATION DATE : 02-12-98

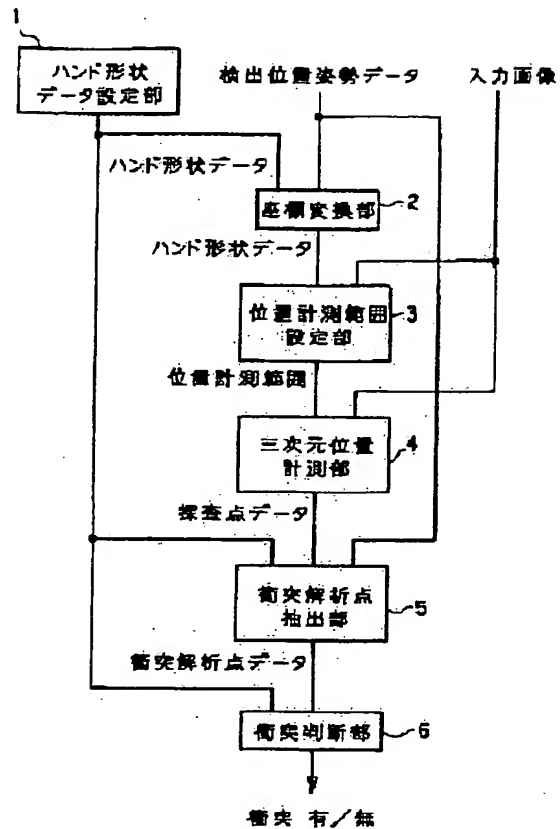
APPLICATION DATE : 14-05-97  
APPLICATION NUMBER : 09123741

APPLICANT : MEIDENSHA CORP;

INVENTOR : FUJIWARA NOBUYUKI;

INT.CL. : B25J 13/08 B25J 9/10 B25J 13/02

TITLE : METHOD FOR INSPECTING HAND COLLISION, RECORDING MEDIUM HAVING RECORDED SOFTWARE FOR REALIZING HAND COLLISION INSPECTING METHOD, AND HAND COLLISION INSPECTING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a hand from colliding with an object.

SOLUTION: The hand shape data preset by a hand shape data setting section 1 is coordinate-converted into the handling position attitude by a coordinate converting section 2, the position measuring range is set by a position measuring range setting section 3 on the basis of the coordinate-converted hand shape, data, three-dimensional position measurement in a point in the set position measuring range is performed by a three-dimensional position measuring section 4, a collision analyzing point required for collision inspection is extracted from the point in which the three-dimensional position measurement is performed by a collision analyzing point extracting section 5, and the presence or absence of the point of collision is judged by a collision judging section 6 on the basis of the extracted collision analyzing point.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-315174

(43) 公開日 平成10年(1998)12月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 2 5 J 13/08  
9/10  
13/02

識別記号

F I

B 2 5 J 13/08  
9/10  
13/02

Z  
A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-123741

(22) 出願日 平成9年(1997)5月14日

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 藤原 伸行

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

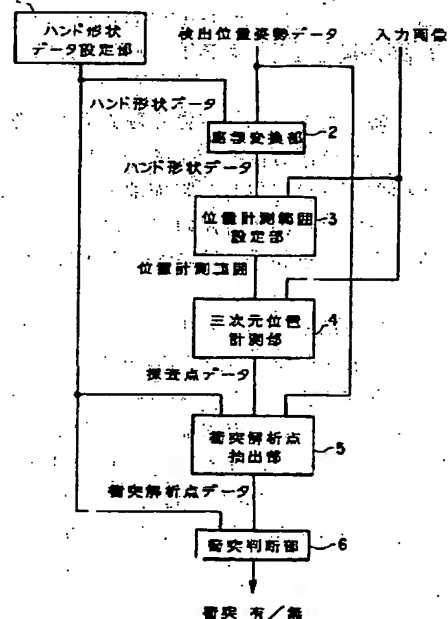
(54) 【発明の名称】 ハンド衝突検査方法及びハンド衝突検査方法を実現するソフトウェアを記録した記録媒体ならびにハンド衝突検査装置

(57) 【要約】

【課題】 ハンドが対象物に衝突するのを防止する。

【解決手段】 ハンド形状データ設定部1により予め設定したハンド形状データを、座標変換部2により、ハンドリング位置姿勢に座標変換し、座標変換したハンド形状データを基に、位置計測範囲設定部3により、位置計測範囲を設定し、三次元位置計測部4により、設定した位置計測範囲内の点の三次元位置計測を行い、衝突解析点抽出部5により、三次元位置計測を行った点から、衝突検査に必要な衝突解析点を抽出し、抽出した衝突解析点を基に、衝突判断部6により、衝突する点の有無を判断する。

ハンドの衝突を検査する装置の例



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンド形状データを予め設定しておき、ハンドリング位置姿勢へ座標変換し、座標変換されたハンド形状データを基に、位置計測範囲を設定し、設定した位置計測範囲内の点の三次元位置計測を行い、三次元位置計測を行った点から、衝突検査に必要な衝突解析点を抽出し、抽出した衝突解析点を基に衝突する点の有無を判断することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項2】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にそのハンド形状データを設定する部分において、ハンドを角柱の対向二本指ハンド若しくは角柱の三本指とし、指の幅、指の厚さ、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系にハンド形状データを設定することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項3】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にそのハンド形状データを設定する部分において、ハンドを円柱の対向二本指ハンド若しくは円柱の三本指ハンドとし、指の径、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系にハンド形状データを設定することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項4】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にその位置計測範囲を設定する部分において、ハンドリング位置姿勢へ座標変換したハンド形状データの指を、イメージ上へ投影し、投影された指を囲む、軸に平行な長方形範囲若しくは円形範囲として、位置計測範囲を設定することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項5】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にその三次元位置計測を行う部分において、位置計測範囲の頂点から、設定した格子間隔毎に設けた探査点を三次元位置計測することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項6】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にその三次元位置計測を行う部分において、位置計測範囲内の画像データに対して特徴抽出を行い、抽出特徴に沿って、設定した探査間隔毎に設けた探査点を三次元位置計測することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項7】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特にその衝突解析点を抽出する部分において、三次元位置計測した探査点を、ハンド座標系へ座標変換し、座標変換した探査点をハンド座標系の $y-z$ 平面へ投影し、角柱型ハンドの指を真正面から見た長方形領域を設定し若しくは円柱型ハンドの指を真正面から見た円形領域を設定し、指の長方形領域若しくは指の円形領域に入る探査点を衝突解析点として抽出することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項8】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特に衝突点の有無を判断する部分において、衝突解析点データの先頭から順に、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、 $x$ 成分がオフセット値以下の衝突解析点があれば、途中で処理を打ち切り、衝突点が存在すると判断し、また、全ての衝突検査点がオフセット値以下でなければ、衝突点が存在しないと判断することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項9】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特に衝突点の有無を判断する部分において、全ての衝突解析点データに対して、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、オフセット値以下の点の数の衝突解析点の総数に対する比率である衝突点存在率を計算し、設定した許容存在率と衝突点存在率を比較し、衝突点存在の有無を判断することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項10】 請求項1のハンド衝突検査方法に関し、特に衝突点の有無を判断する部分において、全ての衝突解析点データに対して、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、オフセット値以下の点を衝突点として抽出し、衝突点のグループ化を行い、まとまりとなる衝突点グループが存在する場合、衝突点が存在すると判断することを特徴とするハンド衝突検査方法。

【請求項11】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9または請求項10のハンド衝突検査方法を実現するソフトウェアを記録している記録媒体。

【請求項12】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9または請求項10のハンド衝突検査方法を行うハンド衝突検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハンド衝突検査方法及びハンド衝突検査方法を実現するソフトウェアを記録した記録媒体ならびにハンド衝突検査装置に関するものであり、いわゆるビンピッキングに適用して有効なものである。なおビンピッキング(bin picking)とは、不特定の姿勢の部品を把持して指定の場所に運ぶことである。

## 【0002】

【従来の技術】ビジョンシステムとロボットとを有機的に組み合わせたビジョンシステムロボットが、各種の産業分野で利用されている。前記ビジョンシステムは、対象を撮影する撮像装置(撮像素子)と、この撮像装置から出力される画像信号を画像処理して対象の位置・姿勢や形状等を認識する画像処理装置とで構成されている。

【0003】前記ビジョンシステムロボットでは、ビジョンシステムによって対象部品の位置姿勢を検出し、その位置姿勢を基にロボットによってハンドリングするためのハンドの位置姿勢を計算し、その計算結果に従ってロボットを動かし、部品を取り上げる作業を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ビジョンシステムによって部品の位置姿勢を検出し、その検出した位置姿勢を基に部品のハンドリングを行うピンピッキングシステムにおいては、部品が作業台上に単体で存在し、その位置姿勢が精度良く検出された場合には、ハンドリング時にハンドの衝突を考慮する必要は無い。

【0005】しかしながら、部品の検出位置姿勢に大きな誤差が含まれてしまった場合や、部品の箱のように複数の部品が近接して存在する状態からピッキングする場合には、ハンドリング時において、対象部品あるいは他の部品とハンドが衝突し、システムに大きなダメージを与えてしまう可能性がある。

【0006】本発明は、上記従来技術に鑑み、実際にハンドリングを行う前に、ロボットのハンドが対象部品等に衝突するか否かを事前に検査することのできるハンド衝突検査方法及びハンド衝突検査方法を実現するソフトウェアを記録した記録媒体ならびにハンド衝突検査装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の要旨は次の通りである。

【0008】(1) ハンド形状データを予め設定しておき、ハンドリング位置姿勢へ座標変換し、座標変換されたハンド形状データを基に、位置計測範囲を設定し、設定した位置計測範囲内の点の三次元位置計測を行い、三次元位置計測を行った点から、衝突検査に必要な衝突解析点を抽出し、抽出した衝突解析点を基に衝突する点の有無を判断することを特徴とする。

【0009】(2) ハンド衝突検査方法に関して、特にそのハンド形状データを設定する部分において、ハンドを角柱の対向二本指ハンド若しくは角柱の三本指とし、指の幅、指の厚さ、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系にハンド形状データを設定することを特徴とする。

【0010】(3) ハンド衝突検査方法に関して、特にそのハンド形状データを設定する部分において、ハンドを円柱の対向二本指ハンド若しくは円柱の三本指ハンドとし、指の径、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系にハンド形状データを設定することを特徴とする。

【0011】(4) ハンド衝突検査方法に関して、特にその位置計測範囲を設定する部分において、ハンドリン

グ位置姿勢へ座標変換したハンド形状データの指を、イメージ上へ投影し、投影された指を囲む、軸に平行な長方形範囲若しくは円形範囲として、位置計測範囲を設定することを特徴とする。

【0012】(5) ハンド衝突検査方法に関して、特にその三次元位置計測を行う部分において、位置計測範囲の頂点から、設定した格子間隔毎に設けた探査点を三次元位置計測することを特徴とする。

【0013】(6) ハンド衝突検査方法に関して、特にその三次元位置計測を行う部分において、位置計測範囲内の画像データに対して特徴抽出を行い、抽出特徴に沿って、設定した探査間隔毎に設けた探査点を三次元位置計測することを特徴とする。

【0014】(7) ハンド衝突検査方法に関して、特にその衝突解析点を抽出する部分において、三次元位置計測した探査点を、ハンド座標系へ座標変換し、座標変換した探査点をハンド座標系の $xy$ 平面へ投影し、角柱型ハンドの指を真正面から見た長方形領域を設定し若しくは円柱型ハンドの指を真正面から見た円形領域を設定し、指の長方形領域若しくは指の円形領域に入る探査点を衝突解析点として抽出することを特徴とする。

【0015】(8) ハンド衝突検査方法に関して、特に衝突点の有無を判断する部分において、衝突解析点データの先頭から順に、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、 $x$ 成分がオフセット値以下の衝突解析点があれば、途中で処理を打ち切り、衝突点が存在すると判断し、また、全ての衝突検査点がオフセット値以下でなければ、衝突点が存在しないと判断することを特徴とする。

【0016】(9) ハンド衝突検査方法に関して、特に衝突点の有無を判断する部分において、全ての衝突解析点データに対して、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、オフセット値以下の点の数の衝突解析点の総数に対する比率である衝突点存在率を計算し、設定した許容存在率と衝突点存在率を比較し、衝突点存在の有無を判断することを特徴とする。

【0017】(10) ハンド衝突検査方法に関して、特に衝突点の有無を判断する部分において、全ての衝突解析点データに対して、 $x$ 成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、オフセット値以下の点を衝突点として抽出し、衝突点のグループ化を行い、まとまりとなる衝突点グループが存在する場合、衝突点が存在すると判断することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。

【0019】(1) まずはじめに基本的な考え方について説明する。

本発明の目的は、実際にハンドリングを行う前にハンド衝突の有無を検査することである。部品の位置姿勢が検出されると、ハンドリングを行う際のハンド位置姿勢が計算できる。そこで部品の検出結果から想定されるハンドの指が占める空間に、障害物が存在するかどうかを、位置計測によって調べることで、ハンドリングの際のハンド衝突の有無を検査する。

【0020】本発明では、図1のフローチャートにも示すように、次の手順により、ハンド衝突の有無を検査する。

- ① 予め設定しておいたハンド形状データを、ハンドリング位置姿勢へ座標変換する(ステップ1、2)。
- ② 座標変換されたハンド形状データを基に、二次元的な位置計測範囲を設定する(ステップ3)。
- ③ 位置計測範囲内の点の三次元位置計測を行う(ステップ4)。
- ④ 衝突検査に必要な衝突解析点を抽出する(ステップ5)。
- ⑤ 衝突点の有無を判断する(ステップ6)。

【0021】(2)ハンド形状データの設定方法(図1のステップ1)について説明する。

ハンド形状データは、ハンドの幾何学的な設計データおよび、その移動エリア、ハンドリング時の余裕を、ハンド座標系上に配置することで行う。ハンドの幾何学的データは、基本的にはCADや図面で描いたような、ハンドの詳細なデータを入力する方法を採る。また、処理を簡略化するため、ハンドの概略を示すようなデータを用いることも考えられる。

【0022】(2.1)角柱二本指ハンド形状データの設定について説明する。

ハンドは角柱の対向二本指ハンドとし、実際のハンドを参考に、必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系に図2のようなハンド形状データを設定する。設定するパラメータには次のようなものがある。

b : 指の幅  
h : 指の厚さ  
w : 指の間隔  
L : 指の衝突検査を行う長さ  
L<sub>off</sub> : ハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット

【0023】(2.2)円柱二本指ハンド形状データの設定について説明する。

ハンドは円柱の対向二本指ハンドとし、実際のハンドを参考に、必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系に図3のようなハンド形状データを設定する。設定するパラメータには次のようなものがある。

d : 指の径  
w : 指の間隔  
L : 指の衝突検査を行う長さ  
L<sub>off</sub> : ハンド座標系原点からハンド先端までのオフセ

ット

【0024】(2.3)角柱三本指ハンド形状データの設定について説明する。

ハンドは角柱の三本指ハンドとし、実際のハンドを参考に、必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系に図4のようなx軸に関して120°毎に指を配置するハンド形状データを設定する。設定するパラメータには次のようなものがある。

b : 指の幅  
h : 指の厚さ  
w : 指の間隔  
L : 指の衝突検査を行う長さ  
L<sub>off</sub> : ハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット

【0025】(2.4)円柱三本指ハンド形状データの設定について説明する。

ハンドは円柱の三本指ハンドとし、実際のハンドを参考に、必要なパラメータを設定することで、ハンド座標系に図5のようなx軸に関して120°毎に指を配置するハンド形状データを設定する。設定するパラメータには次のようなものがある。

d : 指の径  
w : 指の間隔  
L : 指の衝突検査を行う長さ  
L<sub>off</sub> : ハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット

【0026】(3)位置計測範囲の測定方法(図1のステップ3)について説明する。

位置計測範囲は、ハンドリング位置姿勢へ座標変換したハンド形状データの指をイメージ上へ投影し、投影された指を囲むイメージ上の領域として設定する。

【0027】(3.1)長方形位置計測範囲の設定について説明する。

位置計測範囲を図6に示すように、投影された指を囲む、軸に平行な長方形範囲として設定する。これを、図7のフローチャートにも示す。次の手順で行う。

- ① ハンドリング位置姿勢へ座標変換した指の頂点をイメージ上へ投影する(ステップ1.1)。
- ② 投影した各頂点全てを含む、軸に平行な長方形を計算する(ステップ1.2)。
- ③ 長方形の対角する頂点(u1, v1), (u2, v2)を長方形位置計測範囲データとして設定する(ステップ1.3)。

【0028】(3.2)円形位置計測範囲の設定について説明する。

位置計測範囲を図8に示すように、投影された指を囲む、円形範囲として設定する。これを、図9のフローチャートにも示す。次の手順で行う。

- ① ハンドリング位置姿勢へ座標変換した指の頂点をイメージ上へ投影する(ステップ2.1)。

② 投影した各頂点全てを含む、円を計算する(ステップ22)。

③ 円の中心( $u0$ ,  $v0$ )および半径 $r_1$ を円形位置計測範囲データとして設定する(ステップ23)。

【0029】(4)三次元位置計測(図1のステップ4)について説明する。

位置計測範囲内にある障害物を探索するための探索点を適当に設定し、設定した探索点について三次元位置計測を行う。

【0030】(4.1)格子状の探索点の設定について説明する。

図10に示すように、位置計測範囲を格子状に切り、格子の交点に探索点を設定する。これを、図11のフローチャートにも示すように、次の手順で行う。

① 格子間隔を設定する(ステップ31)。  
② 位置計測範囲の頂点から、格子間隔毎に探索点を設定する(ステップ32)。

【0031】(4.2)抽出特徴に沿った探索点の設定について説明する。

図12に示すように、位置計測範囲内の画像データに対して、部分的な特徴抽出を行い、抽出特徴に沿って探索点を設定する。これを、図13のフローチャートにも示すように、次の手順で行う。

① 探索間隔を設定する(ステップ41)。  
② 位置計測範囲内の画像データに対して、特徴抽出を行う(ステップ42)。  
③ 抽出特徴に沿って、探索間隔毎に探索点を設定する(ステップ43)。

【0032】(5)衝突解析点の抽出方法(図1のステップ5)について説明する。

探索点には、三次元位置計測の結果、ハンドリング時の指の衝突には関係のない点も含まれる。ハンドリング時に衝突の可能性がある点は、指を先端から真正面に見た時に、指の領域に入る点に限られる。そこで、指を真正面から見た時に、指の範囲に含まれる探索点を抽出し、その点を衝突解析点とする。

【0033】(5.1)角柱型ハンドに対する衝突解析点の抽出について説明する。

角柱形状の指を持つハンドは、指の断面が長方形となり、衝突の可能性がある点は、その長方形領域に限られる。よって、その長方形領域内に入る点を衝突解析点として抽出する。これを、図14のフローチャートにも示す、次の手順で行う。

① 三次元位置計測した探索点を、ハンド座標系へ座標変換する(ステップ51)。  
② 座標変換した探索点をハンド座標系の $yz$ 平面へ投影する(ステップ52)。  
③ 指を真正面から見た長方形領域を図15のように設定する(ステップ53)。  
④ 指の長方形領域に入る探索点を衝突解析点として抽出する(ステップ54)。

【0034】(5.2)円柱型ハンドに対する衝突解析点の抽出について説明する。

円柱形状の指を持つハンドは、指の断面が円形となり、衝突の可能性がある点は、その円形領域に限られる。よって、その円形領域内に入る点を衝突解析点として抽出する。これを、図16のフローチャートにも示す、次の手順で行う。

① 三次元位置計測した探索点を、ハンド座標系へ座標変換する(ステップ61)。  
② 座標変換した探索点をハンド座標系の $yz$ 平面へ投影する(ステップ62)。  
③ 指を真正面から見た円形領域を図17のように設定する(ステップ63)。  
④ 指の円形領域に入る探索点を衝突解析点として抽出する(ステップ64)。

【0035】(6)衝突点存在の判断方法(図1のステップ6)について説明する。

衝突解析点が抽出されれば、ハンドと衝突する部分の存在は、図18に示すように、衝突解析点の $x$ 成分が、ハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値 $-L_{off}$ 以下かどうかを調べることで簡単に判断できる。

【0036】(6.1)位置検査による、衝突点存在の判断について説明する。

衝突解析点の $x$ 成分検査の結果、一つでもオフセット値以下の点があれば、衝突点が存在すると判断する。これを、図19のフローチャートにも示す、次の手順で行う。

① 衝突解析点データの先頭から順に、 $x$ 成分が $-L_{off}$ 以下かどうかを調べる(ステップ71、72)。  
②  $x$ 成分が $-L_{off}$ 以下の衝突解析点があれば、途中で処理を打ち切り、衝突点が存在すると判断する(ステップ73)。  
③ 全ての衝突検査点が $-L_{off}$ 以下でなければ、衝突点が存在しないと判断する(ステップ74、75)。

【0037】(6.2)衝突点存在率による、衝突点存在の判断について説明する。

衝突解析点の $x$ 成分検査の結果、オフセット値以下の点の数の、衝突解析点の総数に対する比率(衝突点存在率)が、設定した許容存在率以上の場合、衝突点が存在すると判断する。これを、図20のフローチャートにも示す、次の手順で行う。

① 全ての衝突解析点データに対して、 $x$ 成分が $-L_{off}$ 以下かどうかを調べる(ステップ81)。  
② 衝突点存在率を計算する(ステップ82)。  
③ 許容存在率と衝突点存在率を比較し、衝突点存在の有無を判断する(ステップ83)。

【0038】(6.3)衝突点のグループ化による、衝突点存在の判断について説明する。



障害物が存在する場合、衝突解析点の $x$ 成分検査の結果、オフセット値以下の点は位置的にまとまった部分に存在する。逆に離散的に衝突点が存在する場合、その点のデータは位置計測において、正しく計測されなかった可能性が大きい。そこで、衝突点をグループ化し、まとまりとしての衝突点が有った場合、衝突点が存在すると判断する。これを、図21のフローチャートにも示す、次の手順で行う。

- ① 衝突解析点のうち $x$ 成分が $-L_{off}$ 以下の点を衝突点として抽出する(ステップ91)。
- ② 衝突点のグループ化を行う(ステップ92)。
- ③ まとまりとなる衝突点グループが有る場合、衝突点が存在すると判断する(ステップ93)。

#### 【0039】

【実施例】次に本発明の実施例に係るハンド衝突検査装置について説明する。

【0040】本発明によるハンドの衝突を検査する装置の実施例を図22に示す。この装置は、ハンド形状データをハンド形状データ設定部1に予め設定しておき、座標変換部2によりハンドリング位置姿勢へ座標変換し、座標変換されたハンド形状データを基に、位置計測範囲設定部3により位置計測範囲を設定し、三次元位置計測部4により、設定した位置計測範囲内の点の三次元位置計測を行い、衝突解析点抽出部5により、三次元位置計測を行った点から、衝突検査に必要な衝突解析点を抽出し、衝突判断部6により抽出した衝突解析点を基に衝突する点の有無を判断する。

【0041】本発明によるハンド形状データを設定する装置の第1の例を図23に示す。この装置は、ハンドを角柱の対向二本指ハンドとし、指の幅、指の厚さ、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータをハンドパラメータ入力部11により設定し、このハンドパラメータを角柱二本指ハンド形状計算部12により計算してハンド形状を求め、ハンド形状データ設定部13により、ハンド座標系にハンド形状データを設定する。

【0042】本発明によるハンド形状データを設定する装置の第2の例を図24に示す。この装置は、ハンドを円柱の対向二本指ハンドとし、指の径、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータをハンドパラメータ入力部21により設定し、ハンドパラメータを円柱二本指ハンド形状計算部22により計算してハンド形状を求め、ハンド形状データ設定部23により、ハンド座標系にハンド形状データを設定する。

【0043】本発明によるハンド形状データを設定する装置の第3の例を図25に示す。この装置は、ハンドを角柱の三本指ハンドとし、指の幅、指の厚さ、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータをハンドパラメータ入

力部31により設定し、ハンドパラメータを角柱三本指ハンド形状計算部32により計算してハンド形状を求め、ハンド形状データ設定部33により、ハンド座標系にハンド形状データを設定する。

【0044】本発明によるハンド形状データを設定する装置の第4の例を図26に示す。この装置は、ハンドを円柱の三本指ハンドとし、指の径、指の間隔、指の衝突検査を行う長さ、ハンド座標系原点からのオフセット等の必要なパラメータをパラメータ入力部41により設定し、ハンドパラメータを円柱三本指ハンド形状計算部42により計算してハンド形状を求め、ハンド形状データ設定部43により、ハンド座標系にハンド形状データを設定する。

【0045】本発明による位置計測範囲を設定する装置の第1の例を図27に示す。この装置は、データ投影部51及び長方形計算部52により、ハンドリング位置姿勢へ座標変換したハンド形状データの指をイメージ上へ投影し、投影された指を囲む、軸に平行な長方形範囲として、位置計測範囲設定部53により位置計測範囲を設定する。

【0046】本発明による位置計測範囲を設定する装置の第2の例を図28に示す。この装置は、データ投影部61及び円計算部62により、ハンドリング位置姿勢へ座標変換したハンド形状データの指をイメージ上へ投影し、投影された指を囲む、円形範囲として、位置計測範囲設定部63により位置計測範囲を設定する。

【0047】本発明による位置計測のための探査点を設定する装置の第1の例を図29に示す。この装置は、格子間隔設定部71及び探査点設定部72により、位置計測範囲の頂点から、設定した格子間隔毎に探査点を設ける。

【0048】本発明による位置計測のための探査点を設定する装置の第2の例を図30に示す。この装置は、特徴抽出部80により、位置計測範囲内の画像データに対して特徴抽出を行い、探査間隔設定部81及び探査点設定部82により、抽出特徴に沿って、設定した探査間隔毎に探査点を設ける。

【0049】本発明による衝突解析点を抽出する装置の第1の例を図31に示す。この装置は、三次元位置計測した探査点を、座標変換部91によりハンド座標系へ座標変換し、データ投影部92により、座標変換した探査点をハンド座標系の $yz$ 平面へ投影し、長方形領域設定部93により、角柱型ハンドの指を真正面から見た長方形領域を設定し、衝突解析点抽出部94により、指の長方形領域に入る探査点を衝突解析点として抽出する。

【0050】本発明による衝突解析点を抽出する装置の第2の例を図32に示す。この装置は、三次元位置計測した探査点を、座標変換部101によりハンド座標系へ座標変換し、データ投影部102により、座標変換した探査点をハンド座標系の $yz$ 平面へ投影し、円形領域設

定部103により、円柱型ハンドの指を真正面から見た円形領域を設定し、衝突解析点抽出部104により、指の円形領域に入る探査点を衝突解析点として抽出する。

【0051】本発明による衝突点存在を判断する装置の第1の例を図33に示す。この装置は、メモリ111、データ呼出部112、衝突検査部113、データ数監視部114及び衝突判断部115を有しており、衝突解析点データの先頭から順に、x成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、x成分がオフセット値以下の衝突解析点があれば、途中で処理を打ち切り、衝突点が存在すると判断し、また、全ての衝突検査点がオフセット値以下でなければ、衝突点が存在しないと判断する。

【0052】本発明による衝突点存在を判断する装置の第2の例を図34に示す。この装置は、衝突点数カウント部121により、全ての衝突解析点データに対して、x成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、衝突点存在率計算部122により、オフセット値以下の点の数の衝突解析点の総数に対する比率（衝突点存在率）を計算し、衝突判断部123により、設定した許容存在率と衝突点存在率を比較し、衝突点存在の有無を判断する。

【0053】本発明による衝突点存在を判断する装置の第3の例を図35に示す。この装置は、衝突点抽出部131により、全ての衝突解析点データに対して、x成分がハンド座標系原点からハンド先端までのオフセット値以下かどうかを調べ、グループ化計算部132により、オフセット値以下の点の数を衝突点として抽出し、衝突点のグループ化を行い、まとまりとなる衝突点グループが存在する場合、衝突判断部133により衝突点が存在すると判断する。

【0054】なお本発明は、前述した発明の実施の形態及び実施例のハンド衝突検査方法を実現するソフトウェアを記録したフロッピーディスク、CD-ROM等の記録媒体をも、技術的思想として含むものである。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明はピンベッキングに適用することができ、次のような効果を奏する。

【0056】(1) 部品の位置姿勢検出において大きな誤差が含まれてしまった場合でも、ハンドリングの際の障害物の有無を確認することで、ハンドの衝突を防ぐことができる。

【0057】(2) 複数の部品が近接して存在する場合でも、ハンドリングの際の障害物の有無を確認することで、ハンドの衝突を防ぐことができる。

【0058】(3) ハンドリングの際の障害物の有無を確認することで、ハンドの衝突を防ぐことができるため、システムを安全に運用できる。

【0059】(4) ハンドリングの際の障害物の有無を

確認することで、ハンドの衝突を防ぐことができるため、システムの不具合による事故を防ぐことができる。

【0060】(5) ハンドリングの際の障害物の有無を確認し、ハンドの衝突を防ぐことで、システムの不具合による事故を防ぐことができ、システムを安全に運用できるため、システムの信頼性が向上する。

【0061】(6) ハンドリングの際の障害物の有無を確認し、ハンドの衝突を防ぐことで、システムの不具合による事故を防ぐことができるため、システムの修理回数が減り、維持に必要なコストを低く押さえることができる。

【0062】(7) ハンドリングの際の障害物の有無を確認し、ハンドの衝突を防ぐことで、システムの不具合による事故を防ぐことができるため、システムを長く運用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のハンド衝突検査処理の手順を示すフローチャート。

【図2】角柱二本指ハンド形状データの例を示す説明図。

【図3】円柱二本指ハンド形状データの例を示す説明図。

【図4】角柱三本指ハンド形状データの例を示す説明図。

【図5】円柱三本指ハンド形状データの例を示す説明図。

【図6】長方形位置計測範囲の例を示す説明図。

【図7】長方形位置計測範囲設定の手順を示すフローチャート。

【図8】円形位置計測範囲の例を示す説明図。

【図9】円形位置計測範囲設定の手順を示すフローチャート。

【図10】格子状に設定した探査点の例を示す説明図。

【図11】格子状に探査点を設定する処理の手順を示すフローチャート。

【図12】抽出特徴に沿って設定した探査点の例を示す説明図。

【図13】抽出特徴に沿って探査点を設定する処理の手順を示すフローチャート。

【図14】角柱ハンドに対する衝突解析点を抽出する処理の手順を示すフローチャート。

【図15】指の正面側から見た探査点と指の長方形領域の例を示す説明図。

【図16】円柱ハンドに対する衝突解析点を抽出する処理の手順を示すフローチャート。

【図17】指の正面側から見た探査点と指の円形領域の例を示す説明図。

【図18】ハンド座標系における衝突解析点とハンドの例を示す説明図。

【図19】位置検査による、衝突点の存在の有無を判断



する処理の手順を示すフローチャート。

【図20】衝突点存在率による、衝突点の存在の有無を判断する処理の手順を示すフローチャート。

【図21】衝突点グループ化による、衝突点の存在の有無を判断する処理の手順を示すフローチャート。

【図22】ハンドの衝突を検査する装置の例を示すブロック図。

【図23】ハンド形状データを設定する装置の第1の例を示すブロック図。

【図24】ハンド形状データを設定する装置の第2の例を示すブロック図。

【図25】ハンド形状データを設定する装置の第3の例を示すブロック図。

【図26】ハンド形状データを設定する装置の第4の例を示すブロック図。

【図27】位置計測範囲を設定する装置の第1の例を示すブロック図。

【図28】位置計測範囲を設定する装置の第2の例を示すブロック図。

【図29】位置計測のための探査点を設定する装置の第

1の例を示すブロック図。

【図30】位置計測のための探査点を設定する装置の第2の例を示すブロック図。

【図31】衝突点解析点を抽出する装置の第1の例を示すブロック図。

【図32】衝突点解析点を抽出する装置の第2の例を示すブロック図。

【図33】衝突点存在を判断する装置の第1の例を示すブロック図。

【図34】衝突点存在を判断する装置の第2の例を示すブロック図。

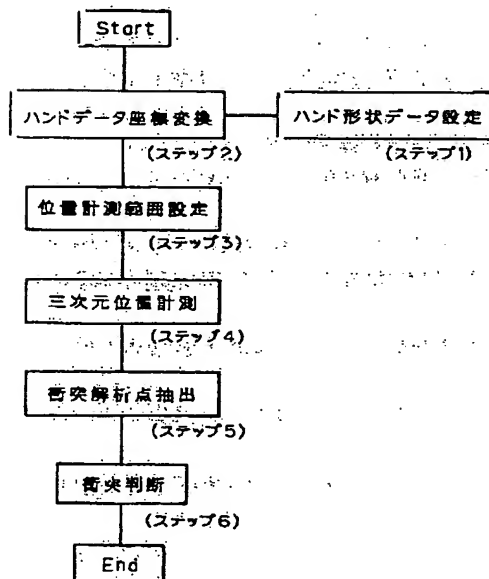
【図35】衝突点存在を判断する装置の第3の例を示すブロック図。

【符号の説明】

- 1 ハンド形状データ設定部
- 2 座標変換部
- 3 位置計測範囲設定部
- 4 三次元位置計測部
- 5 衝突解析点抽出部
- 6 衝突判断部

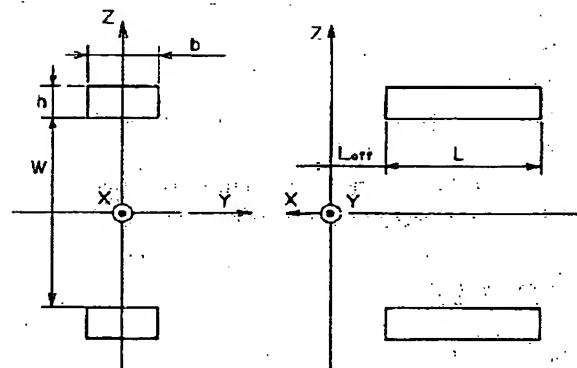
【図1】

ハンド衝突検査処理フローチャート



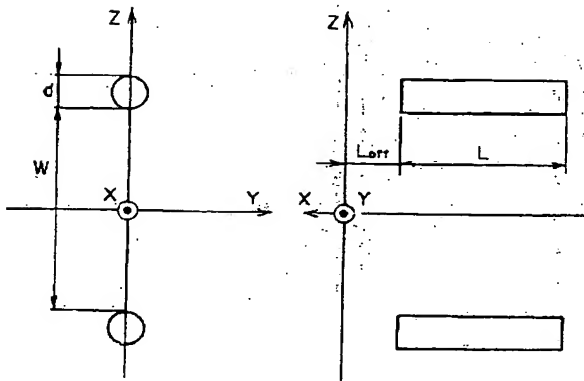
【図2】

角柱二本指ハンド形状データの例



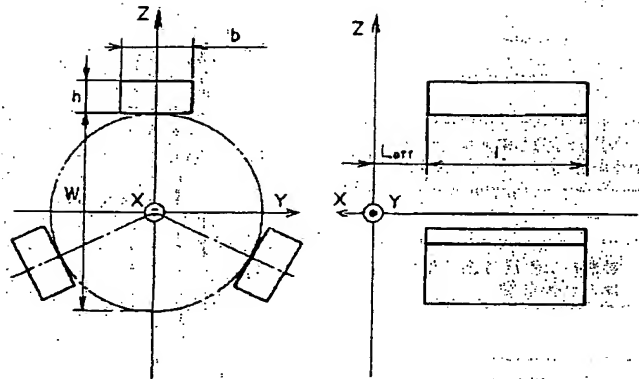
【図3】

円柱二本指ハンド形状データの例



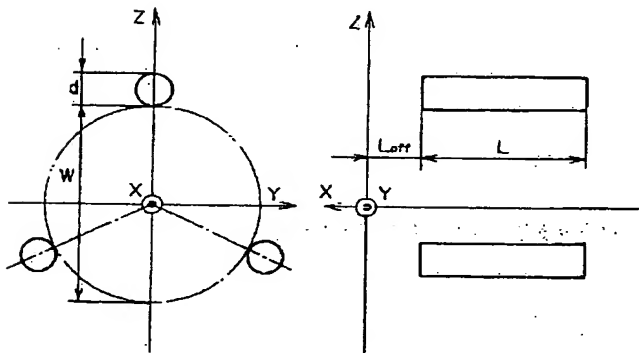
【図4】

角柱三本指ハンド形状データの例



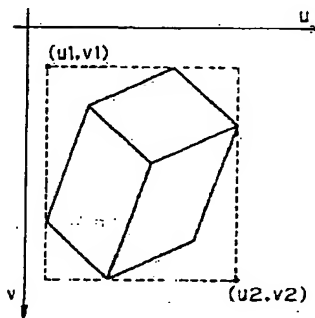
【図5】

円柱三本指ハンド形状データの例



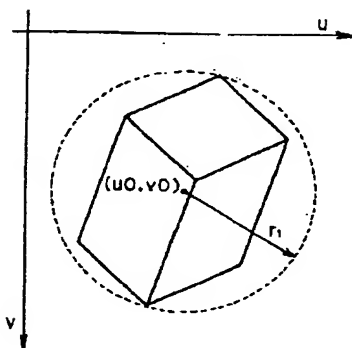
【図6】

長方形位置計測範囲の例



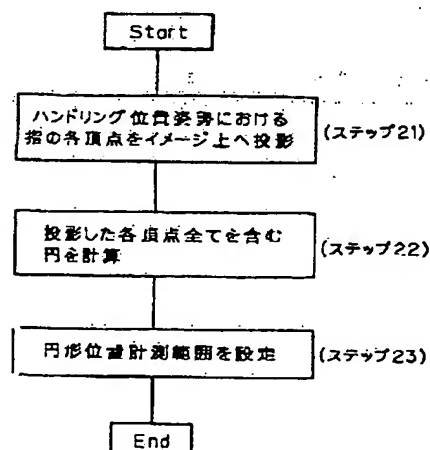
【図8】

円形位置計測範囲の例



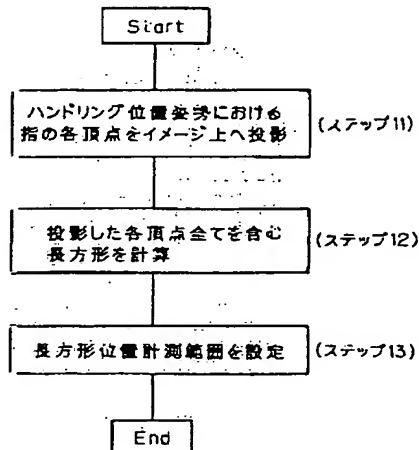
【図9】

円形位置計測範囲設定フローチャート



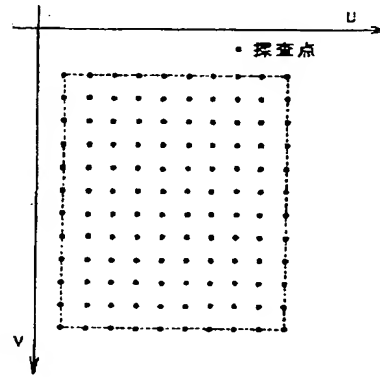
【図7】

長方形位置計測範囲設定フローチャート



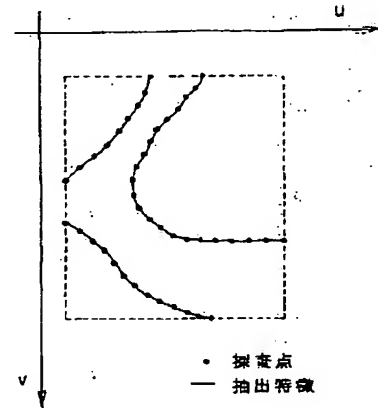
【図10】

格子状に設定した探査点の例



【図12】

抽出特徴に沿って設定した探査点の例

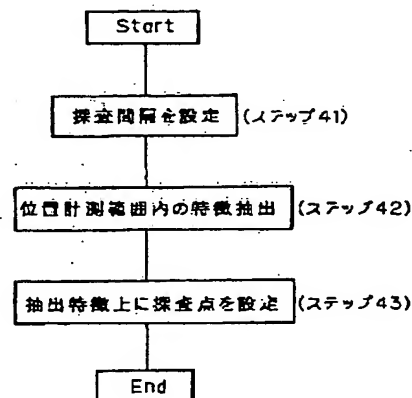
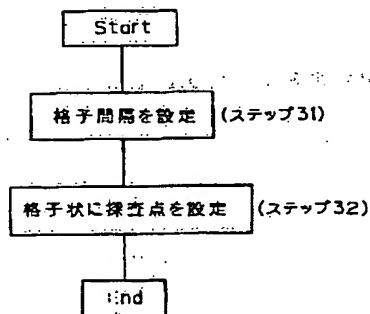


【図13】

抽出特徴に沿って探査点を設定する処理のフローチャート

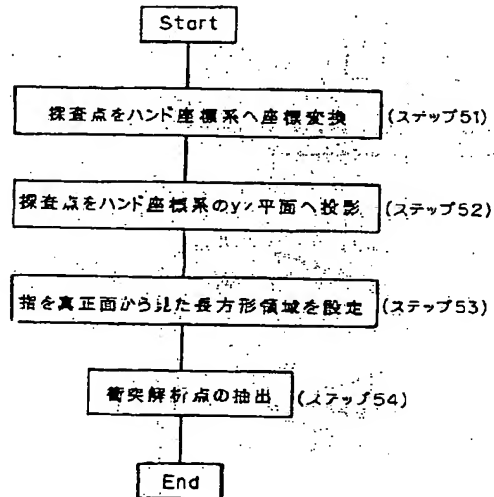
【図11】

格子状に探査点を設定する処理のフローチャート



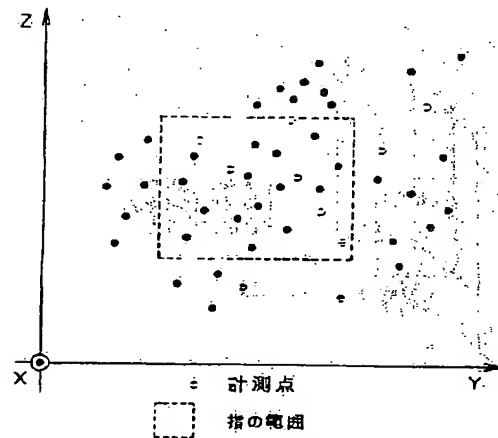
【図14】

角柱ハンドに対する衝突解析点を抽出する処理のフローチャート



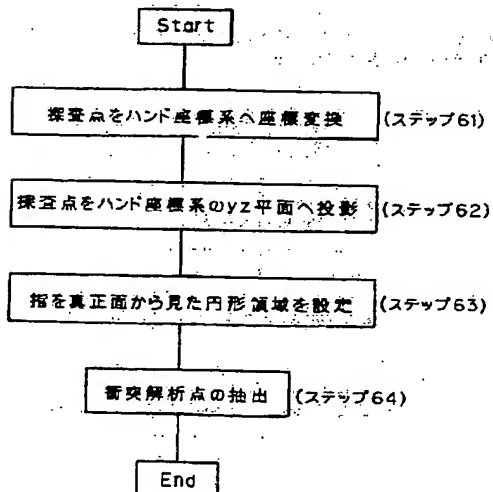
【図15】

指の真正面から見た検査点と指の長方形領域の例



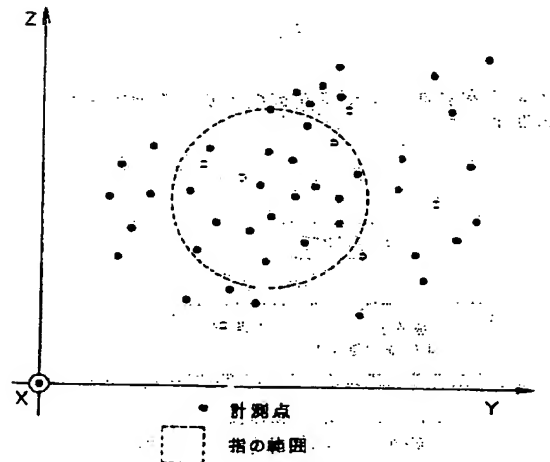
【図16】

円柱ハンドに対する衝突解析点を抽出する処理のフローチャート



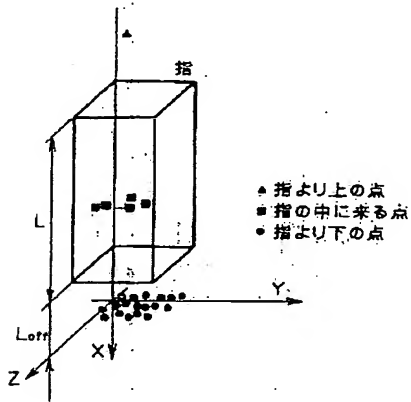
【図17】

指の真正面から見た検査点と指の円形領域の例



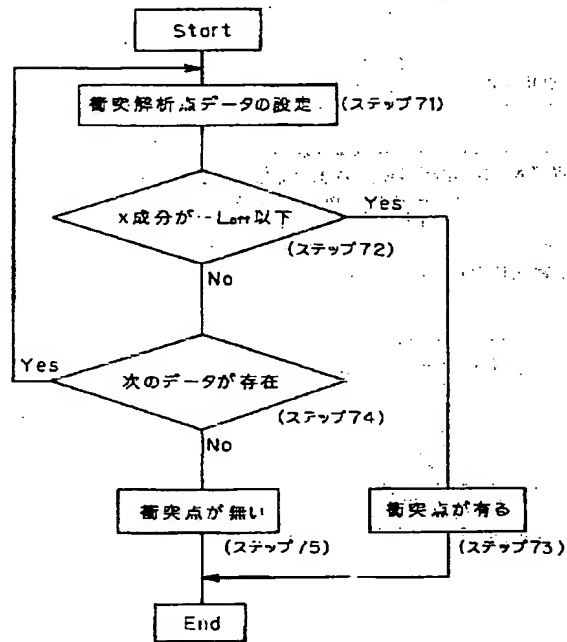
【図18】

ハンド座標系における衝突解析点とハンドの例



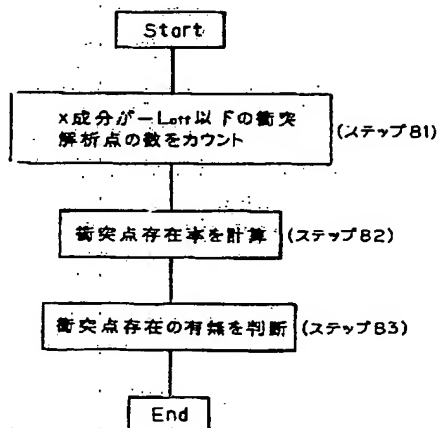
【図19】

位置検査による、衝突点の存在の有無を判断する処理のフローチャート



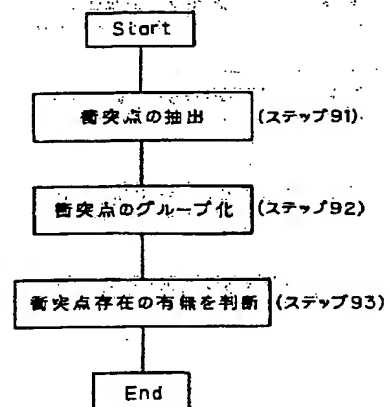
【図20】

衝突点存在率による、衝突点の存在の有無を判断する処理のフローチャート



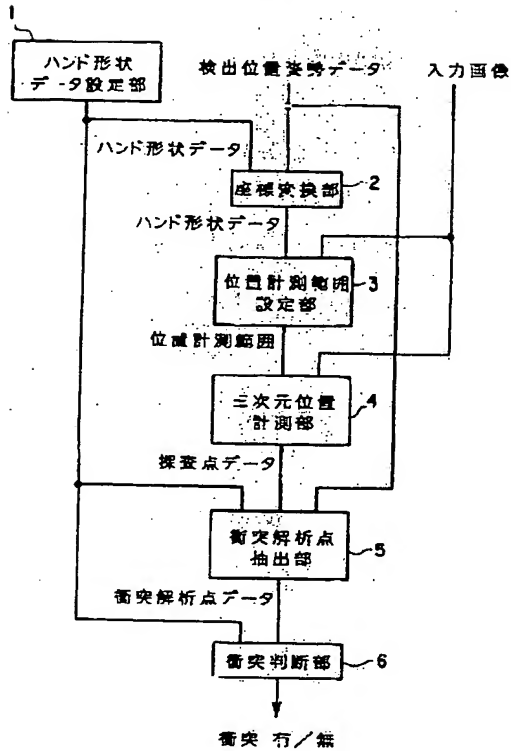
【図21】

衝突点グループ化による、衝突点の存在の有無を判断する処理のフローチャート



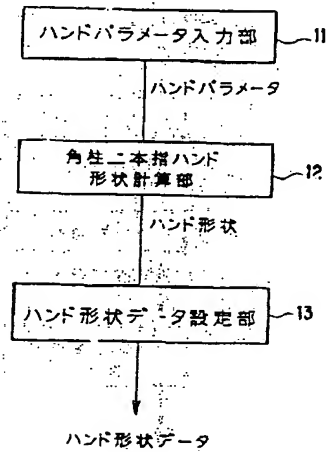
【図22】

ハンドの衝突を検査する装置の例



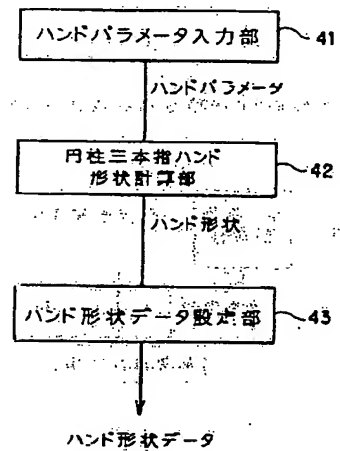
【図23】

ハンド形状データを設定する装置の第1の例



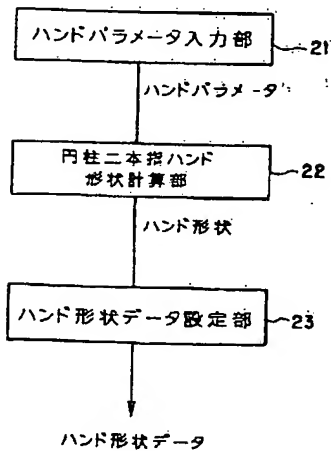
【図26】

ハンド形状データを設定する装置の第4の例



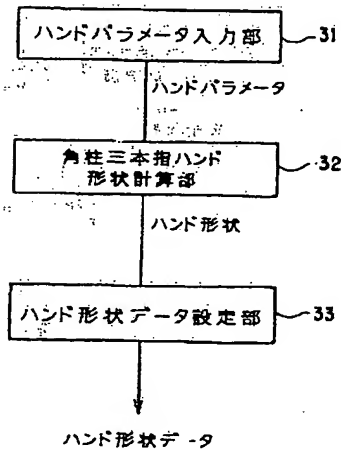
【図24】

ハンド形状データを設定する装置の第2の例



【図25】

ハンド形状データを設定する装置の第3の例



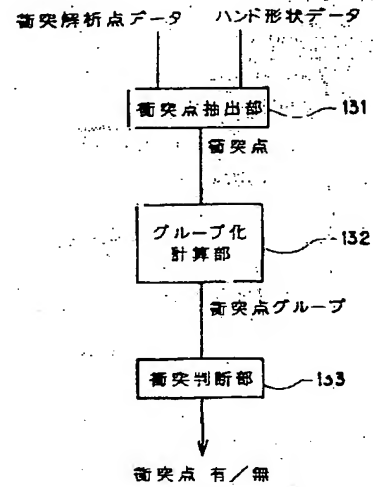
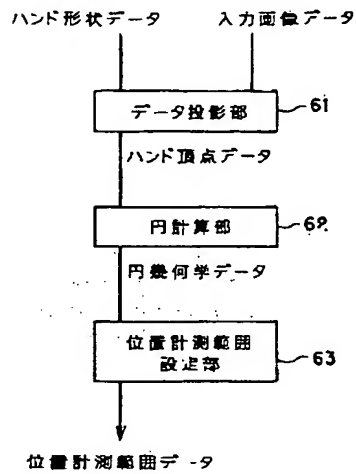
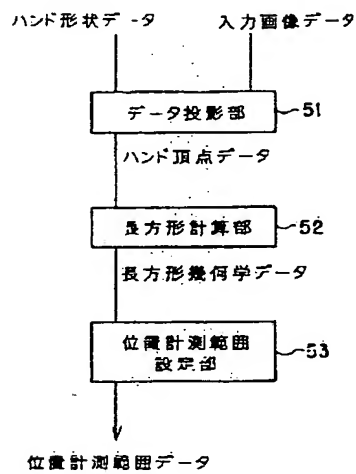


【図27】

【図28】

【図35】

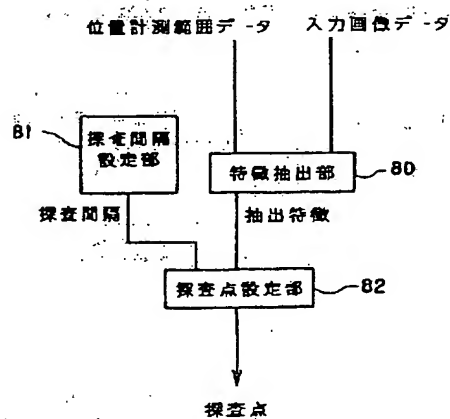
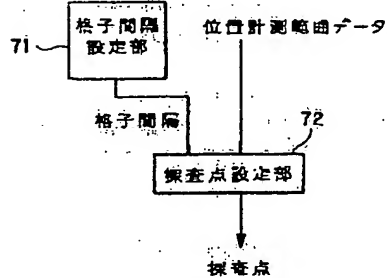
位置計測範囲を設定する装置の第1の例 位置計測範囲を設定する装置の第2の例 衝突点存在を判断する装置の第3の例



【図29】

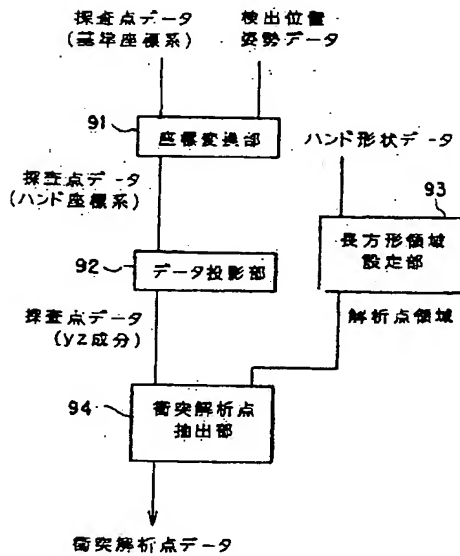
【図30】

位置計測のための探索点を設定する装置の第1の例 位置計測のための探索点を設定する装置の第2の例



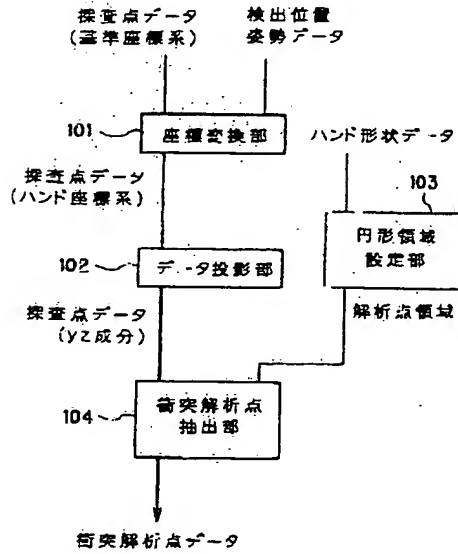
【図31】

衝突解析点を抽出する装置の第1の例



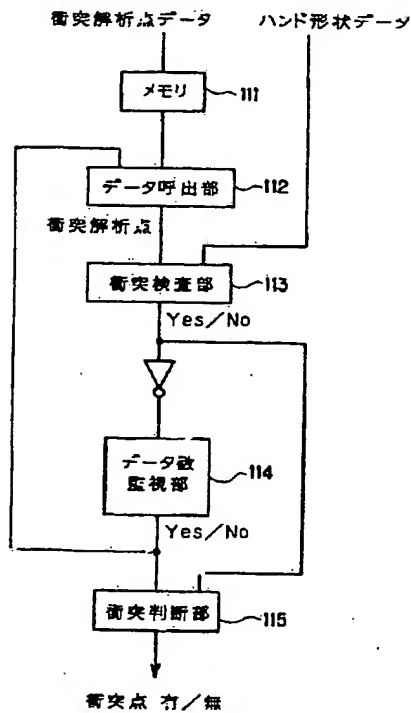
【図32】

衝突解析点を抽出する装置の第2の例



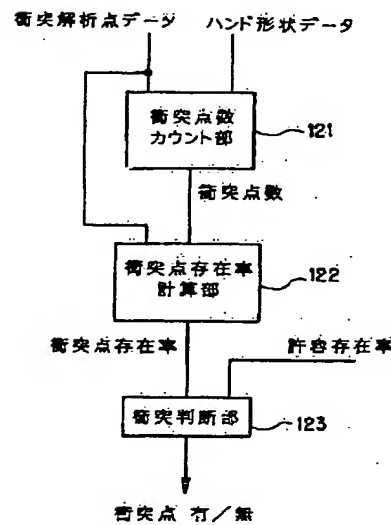
【図33】

衝突点存在を判断する装置の第1の例



【図34】

衝突点存在を判断する装置の第2の例



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**